



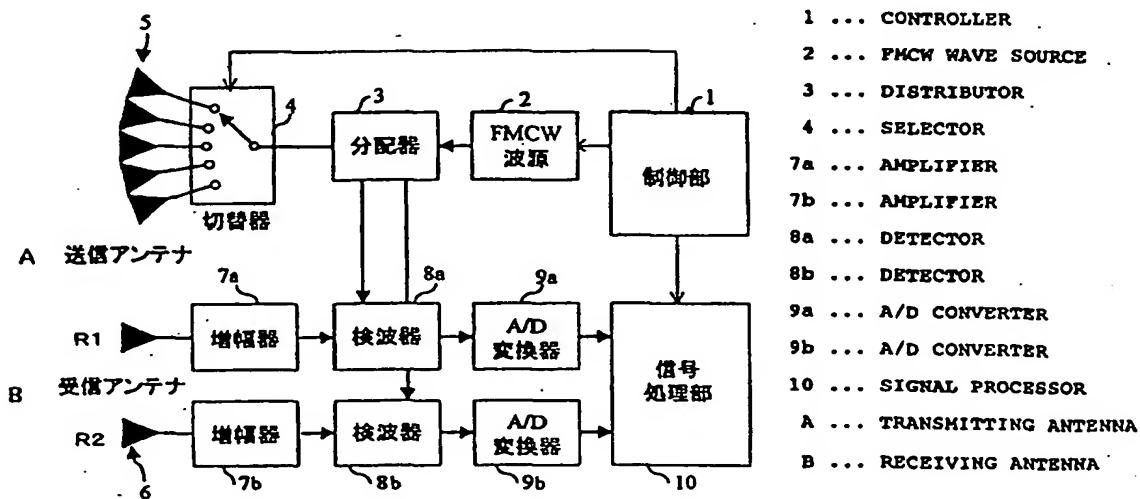
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| (51) 国際特許分類6 G01S 13/44, 13/34, 13/93 | A1 | (11) 国際公開番号 WO99/34234 |
| | | (43) 国際公開日 1999年7月8日(08.07.99) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP98/05904 | | |
| (22) 国際出願日 1998年12月25日(25.12.98) | | |
| (30) 優先権データ 特願平9/358348 | 1997年12月25日(25.12.97) | JP |
| (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 豊田中央研究所(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO)[JP/JP] 〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 Aichi, (JP) | | |
| (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 浅野孔一(ASANO, Yoshikazu)[JP/JP] 大島繁樹(OHSHIMA, Shigeki)[JP/JP] 〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道 41番地の1 株式会社 豊田中央研究所内 Aichi, (JP) | | |
| (74) 代理人 弁理士 吉田研二, 外(YOSHIDA, Kenji et al.) 〒180-0004 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目34番12号 Tokyo, (JP) | | |

(54) Title: A RADAR

(54) 発明の名称 レーダ装置



(57) Abstract

According to the phase difference between the two waves received by two receiving antennas (6(R1, R2)), the signal processor (10) measures the bearing of the target. A plurality of transmitting antennas (5) whose transmission beam directions are different are sequentially selected by a selector (4) to obtain received waves by using the transmitting antennas (5).

(57)要約

2つの受信アンテナ (6 (R1, R2)) における受信波の位相差に応じて信号処理部 (10) がターゲットの方位を検出する。また、切替器 (4) により送信ビームの方向が互いに異なる複数の送信アンテナ (5) を順次切り替えることにより、各送信アンテナ (5) を利用した受信波を得る。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

| | | | |
|-----------------|------------|-------------------|---------------|
| AE アラブ首長国連邦 | ES スペイン | LI リヒテンシュタイン | SG シンガポール |
| AL アルバニア | FI フィンランド | LK スリ・ランカ | SI スロヴェニア |
| AM アルメニア | FR フランス | LR リベリア | SK スロヴァキア |
| AT オーストリア | GA ガボン | LS レソト | SL シエラ・レオネ |
| AU オーストラリア | GB 中国 | LT リトアニア | SN セネガル |
| AZ アゼルバイジャン | GD グレナダ | LU ルクセンブルグ | SZ スワジラント |
| BA ボスニア・ヘルツェゴビナ | GE グルジア | LV ラトヴィア | TD チャード |
| BB ベルバドス | GH ガーナ | MC モナコ | TG トーゴー |
| BE ベルギー | GM ガンビア | MD モルドヴァ | TJ タジキスタン |
| BF ブルギナ・ファソ | GN ギニア | MG マダガスカル | TM トルクメニスタン |
| BG ブルガリア | GW ギニア・ビサオ | MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア | TR トルコ |
| BI ベナン | GR ギリシャ | ML マリ | TT トリニダッド・トバゴ |
| BR ブラジル | HR クロアチア | MN モンゴル | UA ウクライナ |
| BY ベラルーシ | HU ハンガリー | MR モーリタニア | UG ウガンダ |
| CA カナダ | ID インドネシア | MW マラウイ | US 米国 |
| CF 中央アフリカ | IE アイルランド | MX メキシコ | UZ ウズベキスタン |
| CG コンゴ | IL イスラエル | NE ニジエール | VN ヴィエトナム |
| CH スイス | IN インド | NL オランダ | YU ユーゴスラビア |
| CI コートジボアール | IS アイスランド | NO ノルウェー | ZA 南アフリカ共和国 |
| CM カメルーン | IT イタリア | NZ ニュー・ジーランド | ZW ジンバブエ |
| CN 中国 | JP 日本 | PL ポーランド | |
| CU キューバ | KE ケニア | PT ポルトガル | |
| CY キプロス | KG キルギスタン | RO ルーマニア | |
| CZ チェコ | KP 北朝鮮 | RU ロシア | |
| DE ドイツ | KR 韓国 | SD スーダン | |
| DK デンマーク | KZ カザフスタン | SE スウェーデン | |
| EE エストニア | LC セントルシア | | |

明細書

レーダ装置

技術分野

本発明は、複数の受信アンテナで受信したターゲットからの反射波からターゲットの方位を検出するレーダ装置、特に複数の送信アンテナを順次切り替えて使用するものに関する。

背景技術

従来より、ターゲットとの相対距離、相対速度を検出するために各種レーダが利用されている。例えば、道路における先行車両との相対距離、相対速度の検出にもレーダが用いられる。このレーダの1つとして、位相モノパルスレーダがある。この位相モノパルスレーダは、一つの送信アンテナから電波を放射することで得られるターゲットからの反射波を複数の受信アンテナで受信する。複数の受信アンテナは空間的に位置が異なるため、同一のターゲットからの反射波でもその受信波の位相が異なる。そこで、この位相ずれを検出することでターゲットの方位を検出することができる。この位相モノパルスレーダは、基本的に送信アンテナ及び受信アンテナについて機械的に動かす必要がないというメリットがある。

しかし、位相モノパルスレーダでは、折り返し現象（アンビギュアティ）の発生をさけることができない。

すなわち、位相モノパルス方式では、図1に示すように、ターゲットの方位 θ を二つの受信アンテナ（間隔を L とする）が受信した信号（波長： λ ）の位相差 $\Delta\phi$ から、次の式により求める。

$$\theta = (180/\pi) \sin^{-1} \{ (\Delta\phi/360) \cdot (\lambda/L) \}$$

このとき、 $\Delta\phi$ が $-180^\circ < \Delta\phi \leq +180^\circ$ にあれば、一意にターゲットの方位 θ を求めることができる。しかし、受信アンテナが広角な指向性ビームを有する場合や受信アンテナ間の距離 L が大きい場合には、位相差がこの範囲外の値を持つ場合がある。ところが、位相差は $-180^\circ \sim +180^\circ$ の範囲内でし

か検出できず、例えば $\Delta\phi$ と $\Delta\phi + 360^\circ$ の区別をつけることはできない。

従って、二つのターゲットの方位がそれぞれ θ_1 と θ_2 であり、 θ_1 に対応する位相差 $\Delta\phi_1$ は上記範囲内、 θ_2 に対応する位相差 $\Delta\phi_2$ は範囲外であるとすると、図2に示すように、 θ_1 については検出される方位 $\theta_{1\text{det}}$ は正しいが、 θ_2 については検出される方位 $\theta_{2\text{det}}$ は本来の方位とは異なってしまう。これを折り返し（アンピギュアティ）という。

このため、位相ずれがこの範囲を超えた場合には、検出された方位が、眞の方位とは異なる方位になってしまう。例えば、自動車に搭載し先行車両を検出するレーダとして用いた場合、本来存在しない先行車両があたかも存在するように誤検出してしまう場合も生じる。

そこで、従来は、アンピギュアティの問題が生じない範囲内においてのみ位相モノパルスレーダを利用するようにしていた。

また、モノパルスレーダには、位相モノパルスレーダの他に、振幅モノパルスレーダが知られている。この振幅モノパルスレーダは、ターゲットからの反射波をビーム方向の異なる複数の受信アンテナにおいて受信する。そして、この複数の受信アンテナにおける受信波の振幅に応じて、ターゲットの方向を検出する。例えば、2つの受信アンテナにおける受信波の振幅が同一であれば、ターゲットの方位は両受信アンテナのビームの中間の方向であり、どちらの受信波の振幅がどのくらい大きいかでターゲットの方位を検出できる。

この振幅モノパルスアンテナも、基本的に送信アンテナ及び受信アンテナについて機械的に動かす必要がないというメリットがある。しかし、この振幅モノパルスアンテナでは、同一距離、速度の複数のターゲットが存在しないことを前提としている。すなわち、複数のターゲットからの反射波が受信されてしまうと、これらの区別はできない。従って、かなり狭い視野角におけるターゲットの方位検出や、ターゲットが1つしか存在しないことを前提とした方位検出に限定して利用されている。

本発明は、位相モノパルス方式、振幅モノパルス方式を用いて、確実なターゲット方位検出が行えるレーダ装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、互いに異なる指向性ビーム方向を有するとともに、順次切り替えて電波を放射する複数の送信アンテナと、この複数の送信アンテナから放射された電波についてのターゲットからの反射波を受信する複数の受信アンテナと、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいてターゲットの方位を検出する方位検出手段と、を有することを特徴とする。

このように、複数の送信アンテナからの送信波に基づくターゲットの反射波を複数の受信アンテナにおいて受信することで、1つの送信アンテナを利用した場合に比べ多くの情報を得る。そして、この情報を基にターゲットの方位を正確に検出することができる。

また、前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位と、このターゲット方位を検出した際の指向性ビームの方位とに基づいて、最終的なターゲット方位を検出することが好適である。例えば、振幅モノパルスアンテナでは、1つの受信アンテナにおいて指向性ビームの方位の異なる2つの送信アンテナからの電波に基づく反射波を受信することで、2つの受信信号を得る。そして、2つの受信信号の振幅の差と、指向性ビームの方位からターゲットの方位を検出できる。また、指向性ビームの方位の異なる2つの受信アンテナにおいて1つの送信アンテナからの電波に基づく反射波を受信することで、2つの受信信号を得る。この2つの受信信号の振幅の差と、指向性ビームの方位からも、ターゲットの方位を検出できる。

また、前記方位検出手段は、さらに、前記指向性ビームの幅を考慮して最終的なターゲット方位を検出することが好適である。さらに、前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位が、ターゲットの方位を検出した際の指向性ビームの方位と指向性ビームの幅により決まる電波の放射方位範囲に含まれる場合に最終的なターゲット方位を出力することが好適である。

また、前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差に基づいてターゲットの方位を検出すると共に、検出したターゲットの方位とその方位に近い指向性ビーム方位を有する送信アンテナから電波を放射して検出した

ターゲットが示す方位とが略一致した場合にターゲットが真であると判定する判定手段を有することが好適である。

このように、複数の送信アンテナを切り替えて使用する。そして、折り返しの原因となるような位相が大きくずれた位置にあるターゲットについては、他の送信アンテナを利用した検出においてターゲットが検出されるか否かで判定する。これによって、折り返しによる誤検出を判定して、位相モノパルスレーダを用いた正確なターゲットの検出を行うことができる。

また、前記方位検出手段は、前記位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位と、そのターゲットの方位を検出した際の指向性ビームの方位を加算して、最終的なターゲット方位を検出することが好適である。複数の受信アンテナにおける位相差または振幅差に基づいて検出したターゲット方位は、その際の複数の受信アンテナの指向性ビームの方位（検出領域中心）からの隔たりを示すものである。従って、得られた方位に検出領域中心の方位を加えることで、最終的なターゲットの方位を求めることができる。これにより方位の検出領域を広げることができる。

例えば、位相モノパルスアンテナであれば、2つの受信アンテナにおいて、受信した際の位相差から方位を検出するが、異なる方向の指向性ビームを有する送信アンテナを用いることで、検出する方位の範囲を異ならせることができる。この際、どの送信アンテナにおける検出もその指向性ビームの中心を方位0にしておく。そして、各送信アンテナの指向性ビームの幅を受信信号における位相差が $-\pi \sim \pi$ の間に収めることができ、アンビギュアティの発生をさけることができる。そして、方位検出後、送信アンテナの指向性ビームの方向を加算することで、実際のターゲットの方位を検出することができる。

また、本発明のレーダ装置を車両に搭載し、先行車両を検出するのに利用することが好適である。そして、ミリ波帯電波を送信アンテナから放射し、受信アンテナにより受信した受信信号からターゲットの方位に加え、距離及び速度も検出することが好適である。これらの方位、距離及び速度は、受信信号を同期検波した後のベースバンド信号の周波数分析結果から検出することができ、ベースバン

ト信号を A／D 変換した後デジタル処理で行うことが好ましい。

図面の簡単な説明

図 1 は、位相モノパルスレーダによる方位角検出の原理を示す図である。

図 2 は、折り返し現象を説明する図である。

図 3 は、第 1 実施形態の構成を示すブロック図である。

図 4 は、検出ターゲットの真偽の判定を説明する図である。

図 5 は、検出方位角方向と位相差の関係を示す図である。

図 6 は、第 3 実施形態の構成を示す図である。

符号の説明

1 制御部、2 FMCW 波源、3 分配器、4 切替器、5 送信アンテナ、
6 受信アンテナ、7 a、7 b 増幅器、8 a、8 b 検波器、9 a、9 b A
／D 変換器、10 信号処理部。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態について、図面に基づいて説明する。

「第 1 実施形態」

図 3 は、本発明の第 1 実施形態の一つの構成を示している。制御部 1 は、電波の送信や受信波の信号処理などを制御する。この制御部 1 には、FMCW 波源 2 が接続されており、この FMCW 波源 2 は、制御部 1 の制御に従って三角波で周波数変調された高周波を発生する。例えば、FMCW 波源 2 を電圧制御発振器 (VCO) で構成し、制御部 1 から電圧が時間に応じて増減する三角波を供給することによって FMCW 波源 2 から三角波で周波数変調された高周波を発生する。FMCW 波源 2 からの高周波は、分配器 3 で三分割され、その一つが切替器 4 に供給される。この切替器 4 には、指向性ビームの方位が互いに異なる複数の送信アンテナ 5 が接続されている。この例では、5 つの送信アンテナ 5 が切替器 4 に接続されている。従って、FMCW 波源 2 から出力された三角波で周波数変調された高周波は、切替器 4 において選択された一つの送信アンテナ 5 から電波として

外部に向けて放射される。また、切替器4により、送信アンテナ5を切り替えることによって、送信ビームの指向性が切り替えられる。

送信アンテナ5から放射された電波は受信アンテナ6(R1、R2)によって受信される。この受信アンテナ6は、空間的に所定距離離れて配置された2つの受信アンテナ6(R1、R2)からなっている。そして、この受信アンテナ6(R1、R2)には、受信電波を増幅する増幅器7a、7bを介し検波器8a、8bがそれぞれ接続されている。そして、この検波器8a、8bには、分配器3から三角波で周波数変調された高周波が参照波として供給されている。この検波器8a、8bは、受信波と参照波を混合して同期検波して、ベースバンド信号に変換する。

検波器8a、8bには、A/D変換器9a、9bが接続されており、検波器8a、8bにおいて得られたベースバンド信号はデジタル信号に変換される。そして得られたデジタル信号が、信号処理部10に供給される。信号処理部10は、供給されたデジタル信号について、フーリエ変換を行い、信号の周波数成分についてのデータを得る。そして、所定の振幅を有する周波数成分に対して、FMCWレーダの原理に基づきターゲットの距離及び速度を検出する。また、位相モノパルス処理を実施して、ターゲットの方位を検出する。

すなわち、FMCWレーダにおいては、受信波を参照波で同期検波すると、両者の周波数の差に基づくビート信号が得られる。このビート信号は、ターゲットの距離に応じた受信波の遅延に基づく成分と、ターゲットの速度に応じたドップラーシフトに基づく成分からなっている。そして、周波数が増加する上りフェーズと、周波数が減少する下りフェーズにおけるビート信号を独立して得ることにより、ターゲットの距離及び速度を検出することができる。

また、2つの受信アンテナ6(R1、R2)において受信した信号のベースバンド信号の位相を比較することで、その位相差から方位角が求められる。すなわち、図1に示すように、方位角θは、2つの受信アンテナにより受信した電波の位相差△φ、2つの受信アンテナの距離がL、電波の波長λとすれば、

$$\theta = (180/\pi) \sin^{-1} \{ (\Delta\phi/360) \cdot (\lambda/L) \}$$

であらわされるため、位相差を検出することで、ターゲットの方位を検出するこ

とができる。

そして、制御部1は、切替器4を順次切り替え送信アンテナを切り替えながら、この一連の処理が繰り返し実行されるように制御する。

そして、本実施形態においては、信号処理部10において、上述のようにして検出した方位に検出されたターゲットが真のターゲットであるか否かを判定する。図4は、送信アンテナ5の*i*-1番目と*i*番目のアンテナから高周波ビームを放射したときに、検出されたターゲットが真のターゲットか否かを判定するためのアルゴリズムを示している。

[状況1]は、*i*-1番目のビームを放射したときに未検出、*i*番目のビームを放射したときにおおむねビーム方向にターゲットを検出した場合を示している。この場合は、2つの送信ビームに対する受信結果から、検出したターゲットは真と判定される。

次に、[状況2]は、*i*-1番目と*i*番目の送信アンテナ5から高周波ビームを放射したときに、2つの送信アンテナ5共にターゲットを検出した場合で、かつその検出した距離、速度、及び方位の差がある定められたしきい値 ε_R 、 ε_V 及び ε_{Az} 以下の場合を示している。この場合は、同一の真のターゲットを2つの送信アンテナ5からの送信ビームによる反射波で検出したと判断され、真のターゲットと判定する。なお、比較結果による差がしきい値 ε_R 、 ε_V 及び ε_{Az} のいずれかより大きかった場合には、別のターゲット候補であると判断し、[状況1]あるいは[状況3]の判断に従う。

また、[状況3]は、*i*-1番目のビーム放射時にターゲットが検出され、*i*番目のビームを放射したときに未検出の場合であり、*i*-1番目のビーム放射時の検出結果から、*i*番目のビーム放射時に検出されなければならない場合を示している。このような場合には、*i*-1番目のビーム放射時に検出したターゲットが、折り返しに起因したものであり、偽ターゲットと判定する。

このように、本実施形態では、検出したターゲットの真偽を他の送信アンテナから電波を放射したときに受信結果から判定する。これによって、折り返しにより発生したターゲットの誤認識を効果的に排除することができる。なお、1つの放射アンテナから電波を放射したときに検出したターゲットについての真偽は、

そのターゲットの検出位置に応じて、検出したターゲットに近い方において隣接するビーム方向を有する送信アンテナによる検出結果を参照するとよい。また、複数の送信アンテナを有する場合において、その端に位置する送信アンテナにおいて、端部側半分において検出したターゲットについては、この真偽を確かめるために使用できる送信アンテナがない。従って、この部分についての検出結果を無視することも好適である。また、検出結果を時系列データとして記憶しておき、ターゲットの移動に基づき折り返しの発生を検出することも好適である。

特に、各送信アンテナから電波を放射した場合における折り返し現象が生じる方位角は、受信アンテナ間隔や使用電波の波長などから予めわかっている。そこで、送信アンテナのビームを適当な角度毎に異ならせることにより、隣接する方向に送信アンテナが存在する場合には折り返しによる偽ターゲット検出を必ず検出できるようにすることもできる。

以上のように、本実施形態によれば、位相モノパルスレーダにおいて、複数の送信アンテナを切り替えて使用する。そして、複数の送信アンテナからの送信波に基づくターゲットの反射波を複数の受信アンテナにおいて受信することで、1つの送信アンテナを利用した場合に比べ多くの情報を得る。そして、この情報を基にターゲットの方位を正確に検出することができる。

すなわち、折り返しの原因となるような位相が大きくずれた位置にあるターゲットについては、他の送信アンテナを利用した検出においてターゲットが検出されるか否かで判定する。これによって、折り返しによる誤検出を判定して、位相モノパルスレーダを用いた正確なターゲットの検出を行うことができる。

「第2実施形態」

第2実施形態のレーダ装置の構成は、基本的に第1実施形態のレーダ装置と同様である。ここで、以下の説明では、送信アンテナ5がT1、T2、T3の3本であると仮定して説明するが、複数本であればよいことに変わりはない。また、受信アンテナの指向性は異なってもよいが、異なった場合にはそれに基づいた補正が必要であり、以下の説明では2つの受信アンテナの指向性は基本的には等しいとする。

まず、2つの受信アンテナ6(R1、R2)における2つの受信信号の位相差

と方位の関係は、図5のようく表すことができる。ここで、検出できる位相差 $\Delta\theta$ が $-\pi$ (-180°) ~ π (180°) であり、この位相差 $\Delta\theta$ に対応した $-\theta_{\max}$ ~ θ_{\max} がアンビギュアティの影響を受けずに方位の検出が行える範囲となる。

また、送信アンテナ5 (T1, T2, T3) のビーム方向 (方位角) を第1実施形態と同様に θ 、 0 、 $-\theta$ とする。3つの送信アンテナ5 (T1, T2, T3) を用いたときに、それぞれの送信アンテナ5 (T1, T2, T3) のビーム方向で検出する位相差が 0 となるように受信信号を補正する。すなわち、何れの送信アンテナ5を用いた場合においても、そのビームの中心方向のターゲットが受信信号における位相差 0 となるように受信信号を補正する。この補正は、信号処理部10においてデジタル的に実施することができる。

さらに、それぞれの送信ビームでの方位検出範囲 (電波照射領域) をそれぞれのビーム方向を中心として $\pm\theta_{\max}$ 以下とする。これは受信アンテナ6 (R1, R2) の間隔を調整することにより任意に設定可能である。

これによって、検出する位相差 $\Delta\theta$ は、ターゲットが送信ビームの照射領域に存在する場合は、何れの送信アンテナ5を用いた場合においても、 $-\pi$ ~ π の範囲内になる。従って、アンビギュアティの影響を受けずに広範囲の検出が行える。

また、隣り合う送信アンテナ5 (T1, T2, T3) の指向性により決められる電波照射領域だけでなく、その外側にも比較的強い電波が放射されるような送信アンテナ5を用いた場合には、電波照射領域に比べて θ_{\max} を大きく設定することにより方位検出誤りを防ぐことができる。逆に、照射領域以外にはほとんど電波を照射しない様なアンテナを用いる場合には、照射領域を $\pm\theta_{\max}$ とすることができる。その場合には、先に述べた受信信号の補正は不要となる。これは、図5に示す特性が θ_{\max} の2倍毎に繰り返す性質を持っており、補正をしてもしなくとも全く同じ特性になるためである。

このようにして得られた方位は、検出領域中心からの方位方向の隔たりを表すものである。従って、得られた方位に検出領域中心の方位を加えた値が最終的なターゲットの方位となる。そこで、信号処理部10は、この加算を行い、加算結果を最終的なターゲット方位として出力する。

「第3実施形態」

図6は第3実施形態の構成を示す図である。基本的構成は、第1実施形態と同様である。

この第3実施形態においては、受信アンテナ6(R1、R2)は、そのビーム方向が異なっている。そして、受信アンテナ6(R1)のビームは隣り合う送信アンテナ5(T1、T2)からのビームの強度が等しくなる方向に向いている。

受信信号は検波器8a、8bで分配器3からの高周波と混合・検波され、ベースバンド信号に変換される。ベースバンド信号は、A/D変換器9a、9bでデジタル信号に変換され信号処理部10でフーリエ変換される。そして、この信号処理部10において、所定の振幅を有する周波数成分に基づいて信号処理を行い、ターゲットの距離、速度および方位を検出する。制御部1は、切替器4を順次切り替えながらこの一連の処理が繰り返し実行されるように制御する。

本実施形態において、方位の検出は受信された信号の振幅差に基づいて次のように行われる。ここでは説明を簡単にするため、送信アンテナ5、受信アンテナ6の指向性は全て等しく、そのビームの形状はビーム方向に対して対称とする。この場合、送信アンテナ5(T1、T2、T3)のビーム方向(方位角)を θ 、 0 、 $-\theta$ とすると、受信アンテナ6(R1、R2)のビーム方向は $\theta/2$ 、 $-\theta/2$ となる。そこで、表1に示すように、方位検出範囲 $-\theta \sim 0$ については、T3送信の時におけるR2の受信信号と、T2送信の時におけるR2の受信信号の振幅の比較により方位を検出する。方位検出範囲 $-\theta/2 \sim \theta/2$ については、T1送信の時におけるR1の受信信号と、T2送信の時におけるR2の受信信号の振幅の比較により方位を検出する。さらに、方位検出範囲 $0 \sim \theta$ については、T2送信の時におけるR1の受信信号と、T1送信の時におけるR2の受信信号の振幅の比較により行う。

[表 1]

| 方位検出 | 振幅差を求める対象となる受信信号 | |
|------------|------------------|----------------|
| -θ ~ 0 | T3送信の時にR2受信の信号 | T2送信の時にR2受信の信号 |
| -θ/2 ~ θ/2 | T2送信の時にR1受信の信号 | T2送信の時にR2受信の信号 |
| 0 ~ θ | T2送信の時にR1受信の信号 | T1送信の時にR1受信の信号 |

すなわち、方位検出範囲-θ～0については、その方向を向いている1つの受信アンテナ6（R2）における2つの送信アンテナ5（T3、T2）から送信された電波の反射についての受信波を利用し、方位検出範囲-θ/2～θ/2については、その方向を向いている1つの送信アンテナ5（T2）から送信された電波の反射についての2つの受信アンテナ6（R1、R2）における受信波を利用し、方位検出範囲0～θについては、その方向を向いている1つの受信アンテナ6（R1）における2つの送信アンテナ5（T2、T1）から送信された電波の反射についての受信波を利用する。

このようにして、それぞれの方位検出領域に対して、受信アンテナ6において2つの受信信号についての振幅差（dB差）が求められる。従って、この2つの受信信号に基づいて反射波の方向、すなわちターゲットの方位を求めることができる。

なお、この振幅差と方位の関係はアンテナの指向性が分かれば一意に決められるものであり、予めデータとして信号処理部に記憶しておくことが必要となる。さらに、このようにして得られた方位は検出領域中心からの方位方向の隔たりを表すものであり、得られた方位に検出領域中心の方位を加えた値が最終的なターゲットの方位となる。そこで、このような演算を信号処理部10において行い、最終的なターゲット方位を出力する。

このようにして、振幅モノパルス式のレーダにおいて、複数の送信アンテナの

ビーム方向を考慮して、ターゲットの方位を検出することができる。特に、受信アンテナの方位検出領域に応じて異なるアンテナを組み合わせて用いるため、各領域において、1つのターゲットが存在するようにして、前方に複数のターゲットが存在する場合においてもこれを確実に検出することができる。

「全体システム」

本発明のレーダ装置は、車両に搭載され、先行車両との相対距離、相対速度および方位を検出する装置に好適である。この場合、FMCW波源において、周波数が周期的に増減する高周波信号を発生し、これを増幅器を介し、送信アンテナに供給することによりFMCWの送信を行う。なお、FMCWだけでなくパルス方式、SS方式にも適用可能である。送信アンテナは、上述のようにビームの指向方向が異なるものを複数設け隨時切り替えることにより、前方のある程度の視野を確保する。

そして、ターゲット（先行車）からの反射波は、2つの受信アンテナで受信し、位相または振幅モノパルス方式で、方位角を検出する。なお、相対距離及び相対速度については、両受信アンテナにおいて受信した信号に基づき独立して演算が可能であり、両検出値を用いてより精度の高い測定が行える。

産業上の利用可能性

このようなレーダ装置は、例えば車両に搭載し、先行車両の検出に利用することができる。

請求の範囲

1. 互いに異なる指向性ビーム方向を有するとともに、順次切り替えて電波を放射する複数の送信アンテナと、

この複数の送信アンテナから放射された電波についてのターゲットからの反射波を受信する複数の受信アンテナと、

複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいてターゲットの方位を検出する方位検出手段と、

を有するレーダ装置。

2. 請求項 1 に記載の装置において、

前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位と、このターゲット方位を検出した際の指向性ビームの方位とに基づいて、最終的なターゲット方位を検出するレーダ装置。

3. 請求項 2 に記載の装置において、

前記方位検出手段は、さらに、前記指向性ビームの幅を考慮して最終的なターゲット方位を検出するレーダ装置。

4. 請求項 3 に記載の装置において、

前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位が、ターゲットの方位を検出した際の指向性ビームの方位と指向性ビームの幅により決まる電波の放射方位範囲に含まれる場合に最終的なターゲット方位を出力するレーダ装置。

5. 請求項 1 に記載の装置において、

前記方位検出手段は、複数の受信アンテナにおける受信波間の位相差に基づいてターゲットの方位を検出すると共に、

検出したターゲットの方位とその方位に近い指向性ビーム方位を有する送信アンテナから電波を放射して検出したターゲットが示す方位とが略一致した場合にターゲットが真であると判定する判定手段を有するレーダ装置。

6. 請求項 2 に記載の装置において、

前記方位検出手段は、前記位相差または振幅差に基づいて検出したターゲットの方位と、そのターゲットの方位を検出した際の指向性ビームの方位を加算して、最終的なターゲット方位を検出するレーダ装置。

図1

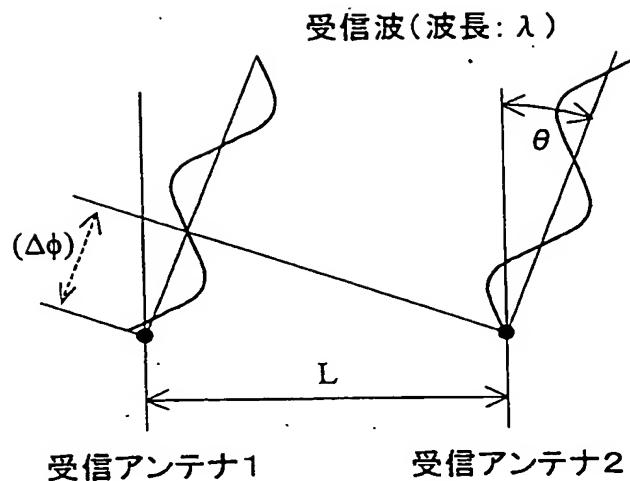


図2

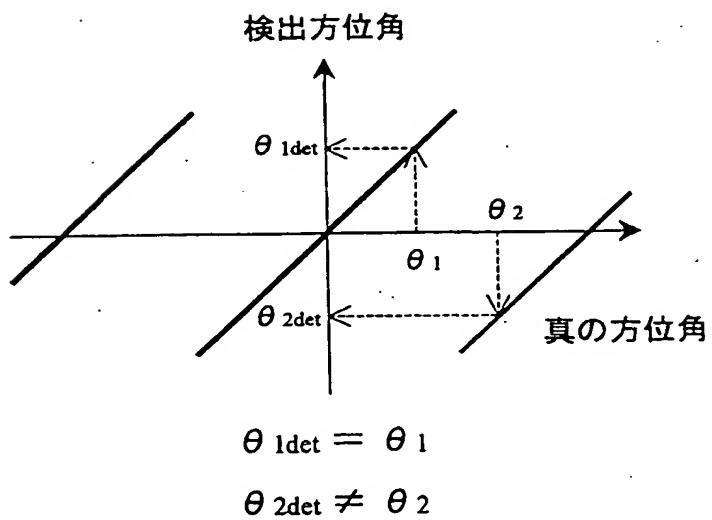


図3

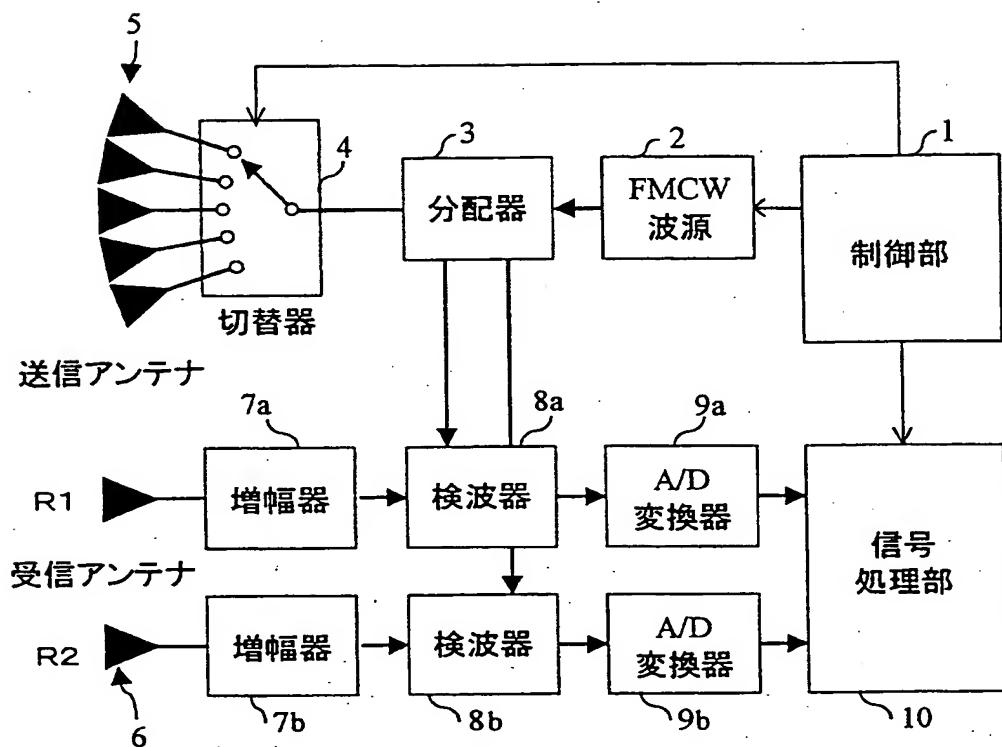


図4

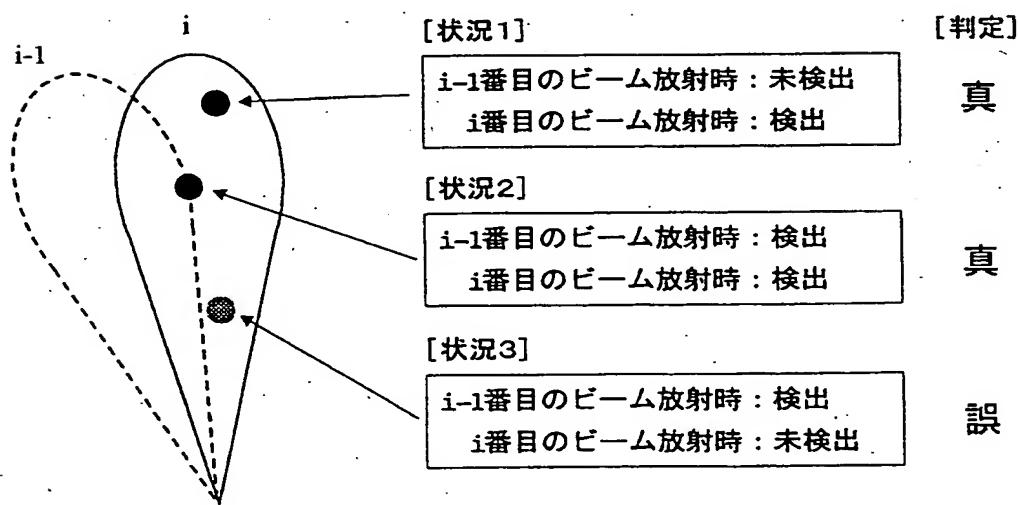


図5

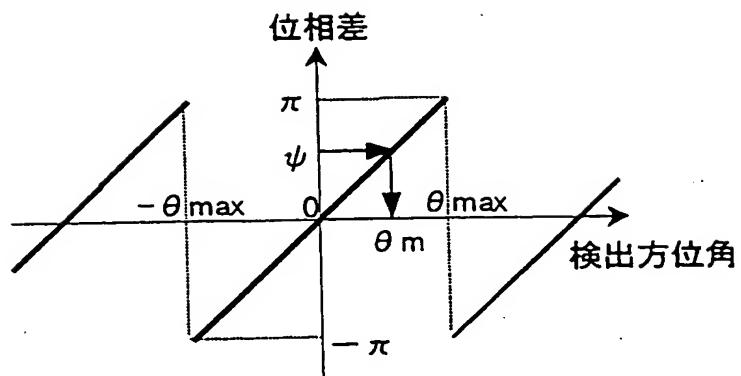
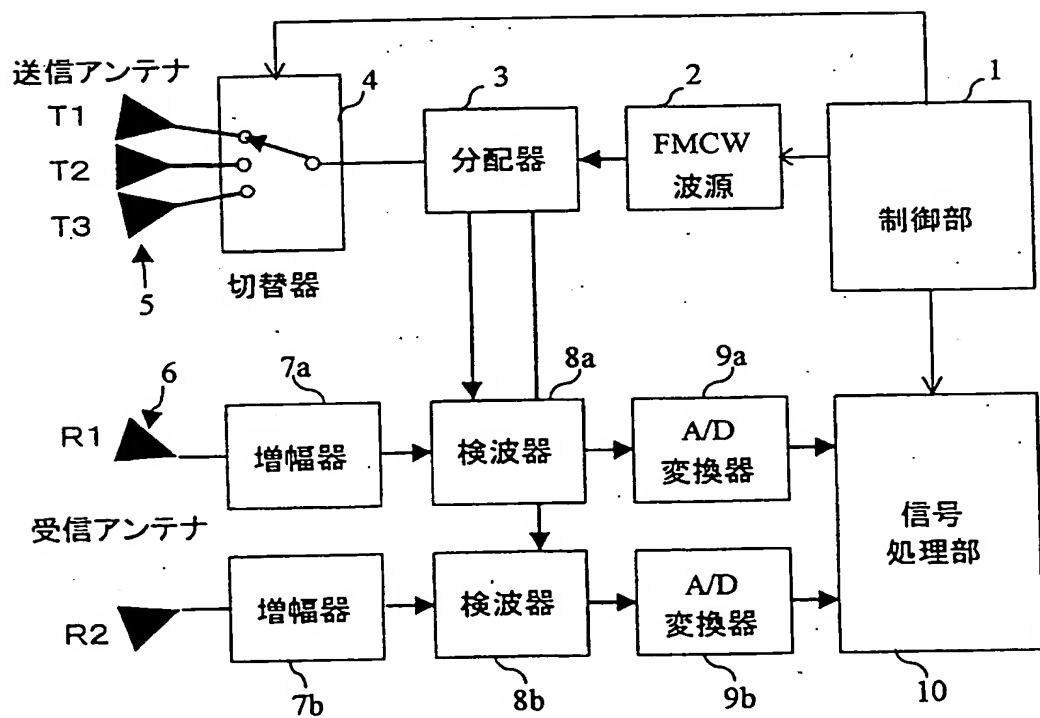


図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/05904

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ G01S13/44, G01S13/34, G01S13/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ G01S13/44, G01S13/34, G01S13/93Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X | JP, 7-113862, A (Mitsubishi Electric Corp.), 2 May, 1995 (02. 05. 95), Par. Nos. [0039] to [0047] ; Fig. 22 (Family: none) | 1-4, 6 |
| X | JP, 4-310887, A (Mitsubishi Electric Corp.), 2 November, 1992 (02. 11. 92), Par. Nos. [0014] to [0018] ; Fig. 1 (Family: none) | 1-4 |
| A | JP, 5-34446, A (NEC Corp.), 9 February, 1993 (09. 02. 93), Par. Nos. [0013] to [0022] ; Fig. 3 (Family: none) | 1-4 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents: | |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | "&" document member of the same patent family |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
1 February, 1999 (01. 02. 99)Date of mailing of the international search report
9 February, 1999 (09. 02. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G01S13/44, G01S13/34, G01S13/93

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G01S13/44, G01S13/34, G01S13/93

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| X | JP, 7-113862, A (三菱電機株式会社) 02.5月.1995 (02.5.95), 段落番号【0039】-【0047】、図22 (ファミリーなし) | 1-4, 6 |
| X | JP, 4-310887, A (三菱電機株式会社) 02.11月.1992 (02.11.92), 段落番号【0014】-【0018】、図1 (ファミリーなし) | 1-4 |
| A | JP, 5-34446, A (日本電気株式会社) 09.2月.1993 (09.02.93), 段落番号【0013】-【0022】、図3 (ファミリーなし) | 1-4 |

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.02.99

国際調査報告の発送日

09.02.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人



2F 9705

電話番号 03-3581-1101 内線 3218

THIS PAGE BLANK (USPTO)